

ASPEK TEKNIS DAN EKONOMIS METODE SEMEN-TANAH DAN PERKUATAN GEOTEKSTIL SEBAGAI SOLUSI PERBAIKAN SUBGRADE RUAS JALAN SMEWAH-SUKARAJA

Suharjanto¹⁾
Teguh Widodo²⁾

ABSTRACT

Sub grade is base soil as foundation which supports traffic load on pavement road. Hence pavement road design is obtained by condition of sub grade. The problem which occurred is sub grade has low bearing capacity (low California Bearing Ratio/CBR) and high swell-shrinkage that causing soil local collapse in the rain season.

The principal methods for solving the above problems is : 1) refinement or stabilization of sub grade and 2) minimizing water influence by keep the water infiltrate into soil or build well drainage.

This paper contains economic and engineering aspects from soil-cement and geotextile reinforcement as refinement sub grade solution on road section at Smewah Sukaraja, which is road to oil exploration at Sukaraja

Laboratories test indicates that sub grade soil of Smewah-Sukaraja road section has fluid limit value is 25,53% , plasticity index 15,98, CBR 0,1" 3,31% and CBR 0,2" = 2,65%, so it is inadequate as road sub grade. Time for soil cement refinement method and geotextile reinforcement is 120 days and 90 days. Cost of each method is Rp. 5.270.500.000, 00, and Rp. 5.223.000.000, 00

Keywords: *sub grade, soil-cement, and geotextile.*

ABSTRAKS

Sub grade atau tanah dasar merupakan fondasi yang menopang beban perkerasan yang berasal dari kendaraan yang melewati suatu jalan, oleh karena itu perencanaan suatu perkerasan jalan sangat di tentukan oleh kondisii tanah dasar (*sub grade*). Permasalahan yang sering timbul adalah *sub grade* memiliki daya dukung tanah (*California Bearing Ratio* = CBR) rendah dan kembang susut yang tinggi sehingga terjadi keruntuhan lokal tanah pada musim hujan.

Prinsip metode penanganan masalah tersebut di atas adalah: 1) perbaikan atau stabilisasi tanah dasar (*sub grade*) dan 2) meminimalkan pengaruh air dengan cara mencegah air meresap ke dalam tanah maupun drainasi yang baik. Makalah ini berisi aspek teknis dan ekonomis metode soil-semen dan perkuatan geotekstil sebagai solusi perbaikan tanah dasar ruas jalan Smewah-Sukaraja yang merupakan jalan masuk menuju lokasi pemboran minyak Sukaraja.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa tanah dasar ruas jalan Smewah-Sukaraja memiliki nilai batas cair 35,53 %, indeks plastisitas 15,98, CBR 0,1" 3,31% dan CBR 0,2" 2,65 % sehingga tidak memenuhi persyaratan sebagai *sub grade* jalan. Waktu pelaksanaan perbaikan tanah metode semen dan perkuatan geotekstil adalah 120 hari, dan 90 hari. Anggaran biaya perbaikan tanah metode semen-tanah dan perkuatan geotekstil masing-masing adalah Rp. 5.279.500.000;00 dan Rp. 5.223.000.000;00.

Kata kunci : *sub grade, semen tanah dan geotekstil*

PENDAHULUAN

Sub grade atau tanah dasar merupakan fondasi yang menopang beban perkerasan yang berasal dari kendaraan yang melewati suatu jalan, oleh karena itu perencanaan suatu perkerasan jalan sangat di tentukan oleh kondisii tanah dasar (*sub grade*). Permasalahan yang sering timbul adalah *sub grade* memiliki daya dukung tanah (*California Bearing Ratio*= CBR) rendah dan

kembang susut yang tinggi sehingga terjadi keruntuhan lokal tanah pada musim hujan. Permasalahan ini sering dijumpai pada saat pembangunan perkerasan jalan di atas tanah lempung lunak.

Departemen Pekerjaan Umum mensyaratkan bahwa nilai California Bearing Ratio (CBR) pada kondisi terendam air dari *suatu sub grade* minimal

¹⁾ Staf Pengajar Faklutas Teknik Universitas Janabadra,
Kandidat Doktor Prgram Studi DTS Undip Semarang

²⁾ Staf Pengajar Fakuttas Teknik Universitas Janabadra

5 % dan nilai Indeks plastisitas tanah harus kurang dari 15 %. Permasalahan di Indonesia adalah banyak lokasi yang kondisi tanah permukaannya merupakan tanah lempung lunak (soft clay) atau bahkan gambut yang memiliki nilai CBR pada kondisi terendam air kurang dari 5 %.

Prinsip metode penanganan masalah tersebut di atas adalah: 1) perbaikan atau stabilisasi tanah dasar (*sub grade*) dan 2) meminimalkan pengaruh air dengan cara mencegah air meresap ke dalam tanah maupun drainasi yang baik. Metode perbaikan stabilisasi tanah yang sering dipakai untuk kondisi di atas adalah: 1) mencampurkan tanah dasar dan bahan stabilisasi (soil mix) dengan tujuan meningkatkan nilai CBR, 2) pemasangan geotekstil yang berfungsi sebagai separator, perata beban dan mencegah air masuk kedalam tanah lunak (tanah tetap kering) sehingga tidak terjadi pengembangan tanah dan daya dukung tanah tetap tinggi, dan 3) pemasangan fondasi kayu gelondongan yang berfungsi memperluas bidang kontak dengan tanah lunak. Metode stabilisasi tanah yang akan digunakan sangat tergantung pada kondisi *sub grade*, ketersediaan bahan dan alat di lokasi. Penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium untuk menentukan parameter tanah dan uji campuran stabilisasi tanah sangat menentukan ketepatan pemilihan metode yang digunakan.

Makalah ini berisi aspek teknis dan ekonomis metode soil-semen dan perkuatan

geotekstil sebagai solusi perbaikan tanah dasar ruas jalan Smewah-Sukaraja yang merupakan jalan masuk menuju lokasi pemboran minyak Sukaraja.

A. DATA PENGAMATAN LAPANGAN

Peninjauan lokasi dan pengamatan lapangan menunjukkan bahwa: 1) *sub grade* ruas jalan di lokasi pemboran minyak Sukaraja merupakan tanah lempung lunak yang memiliki nilai kuat dukung tanah (CBR) yang sangat kecil pada kondisi basah dan 2) tidak ada saluran drainase atau parit yang berfungsi mengalirkan air sehingga menyebabkan genangan-genangan pada ruas jalan yang rendah (Gambar 1). Kedua kondisi di atas menyebabkan lapisan base course yang berupa batuan akan amblas (tenggelam) jika diletakkan di atas tanah lempung lunak yang tergenang air tersebut (Gambar 2) karena terjadi keruntuhan geser tanah lokal (local shear failure).

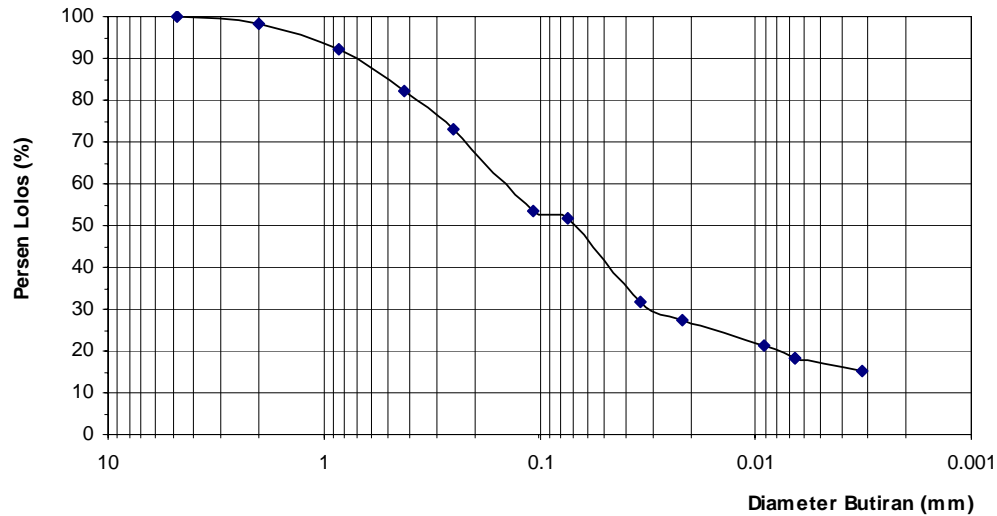
Pengujian laboratorium terhadap jenis tanah menunjukkan bahwa tanah berbutiran halus (persentase lolos saringan no 200 51,34 %) dan termasuk dalam klasifikasi **A-6** (AASHTO) yang merupakan tanah dengan kualifikasi sedang sampai buruk untuk dipergunakan sebagai *sub grade* jalan. Tabel 1 memperlihatkan hasil uji laboratorium dan spesifikasi tanah dasar (Depertemen KIMPRASWIL, 2002) yang menunjukkan bahwa tanah tidak memenuhi persyaratan sebagai *sub grade* jalan.



Gambar 1. *Sub grade* jalan berupa tanah lempung lunak (soft clay) yang tergenang air.



Gambar 2. Keruntuhan geser lokal (local shear failure) pada *sub grade* menyebabkan batuan base couse amblas (tenggelam).



Gambar 3. Distribusi ukuran butir tanah.

Tabel 1. Hasil uji laboratorium dan spesifikasi *sub grade* (Departemen KIMPRASWIL, 2002)

No	Jenis yang diuji	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Kadar air rata-rata, %	37,04	< 35	Tidak Memenuhi
	Batas Cair (LL), %	35,53		
	Batas Plastis (PL), %	19,55		
	Indeks Plastis (PI), %	15,98	12-15	Tidak Memenuhi
2.	Kepadatan			
	a. OMC, %	31,42		
	b. MDD, gr/cm ³	1,27		
3.	CBR		> 5	Tidak Memenuhi
	a. 0,100 inci, %	3,31		
	b. 0,200 inci, %	2,65		

Jumlah titik di sepanjang jalan yang perlu segera ditangani terdiri atas 9 titik di jalan masuk menuju Smewah dengan panjang ruas tiap titik 5 s/d 10 m. Kemudian dari Smaweh ke sumur 1 terdapat 4 titik kerusakan dengan panjang ruas tiap titik 25 s/d 40 m, dari sumur 1 ke sumur 3 terdapat 3 titik kerusakan dengan panjang ruas tiap titik 30 s/d 50 m, dari sumur 3 ke sumur 2 terdapat 5 titik kerusakan dengan panjang ruas tiap titik 15 s/d 20 m.

B. ALTERNATIF SOLUSI

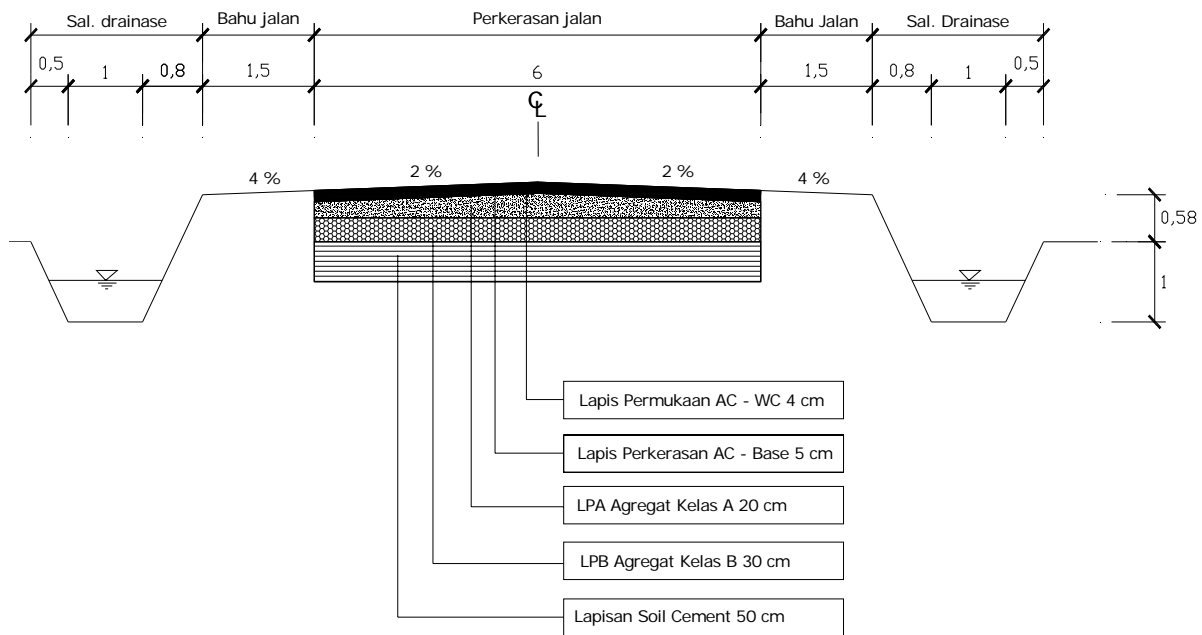
Berdasarkan uraian pada point B di atas maka solusi yang harus dilakukan adalah: 1) perbaikan/stabilisasi tanah dasar dan 2) sistem drainasi jalan yang baik. Berikut ini uraian tentang aspek teknis dan ekonomis (analisis anggaran biaya) alternatif perbaikan/stabilisasi semen-tanah dan perkuatan geotekstil.

C.1. Aspek Teknis

1. Semen-tanah

Stabilisasi tanah dasar dilakukan dengan cara injeksi atau mencampurkan suatu bahan dengan tanah *sub grade* dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah (CBR) subgrade. Bahan stabilisasi yang sering digunakan adalah semen. Semen berfungsi sebagai pengikat antar butiran tanah sekaligus pengisi rongga antar butir sehingga injeksi semen atau campuran tanah-semen memiliki nilai CBR yang tinggi dan kembang susut yang kecil. Prosentase berat semen terhadap berat kering tanah yang sering digunakan adalah 5 %.

Untuk ruas jalan Smewah-Sukaraja perbaikan semen-tanah setebal 0,5 meter dilakukan pada 16 (enam belas) titik bermasalah. Potongan melintang perbaikan semen-tanah untuk 16 titik bermaslah di atas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Potongan melintang perbaikan semen-tanah pada 16 titik bermasalah.

Tahap-tahap pelaksanaan stabilisasi tanah secara umum adalah sebagai berikut:

- 1) Pengupasan/penggalian lapisan tanah lunak yang akan di stabilisasi.
- 2) Mencampur tanah-bahan stabilisasi
- 3) Menghamparkan campuran tanah-bahan stabilisasi.
- 4) Pemadatan tanah
- 5) Pelaksanaan pembuatan lapis perkerasan (pavement)

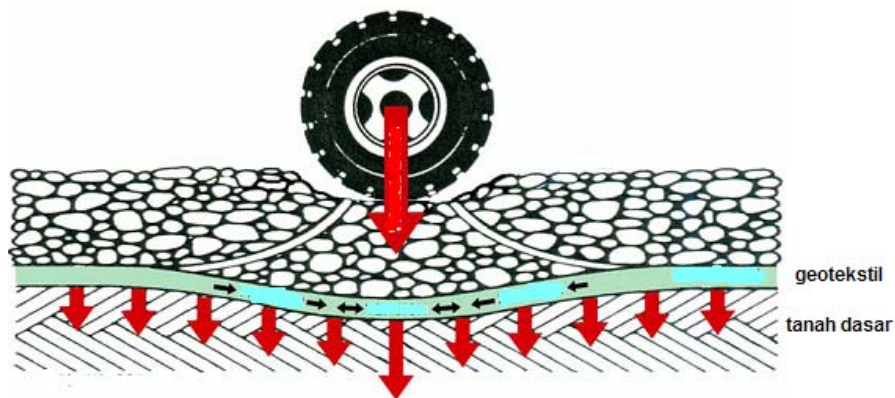
Kelebihan dari soil mix adalah bahan soil mix (semen dan kapur) banyak tersedia hampir di seluruh Indonesia, namun demikian metode ini memiliki beberapa kekurangan antara lain:

- 1) Waktu pelaksanaan lama

- 2) Kualitas hasil sangat dipengaruhi oleh proses pelaksanaan seperti cuaca, ketepatan dan homogenitas campuran.

2. Perkuatan Geotekstil

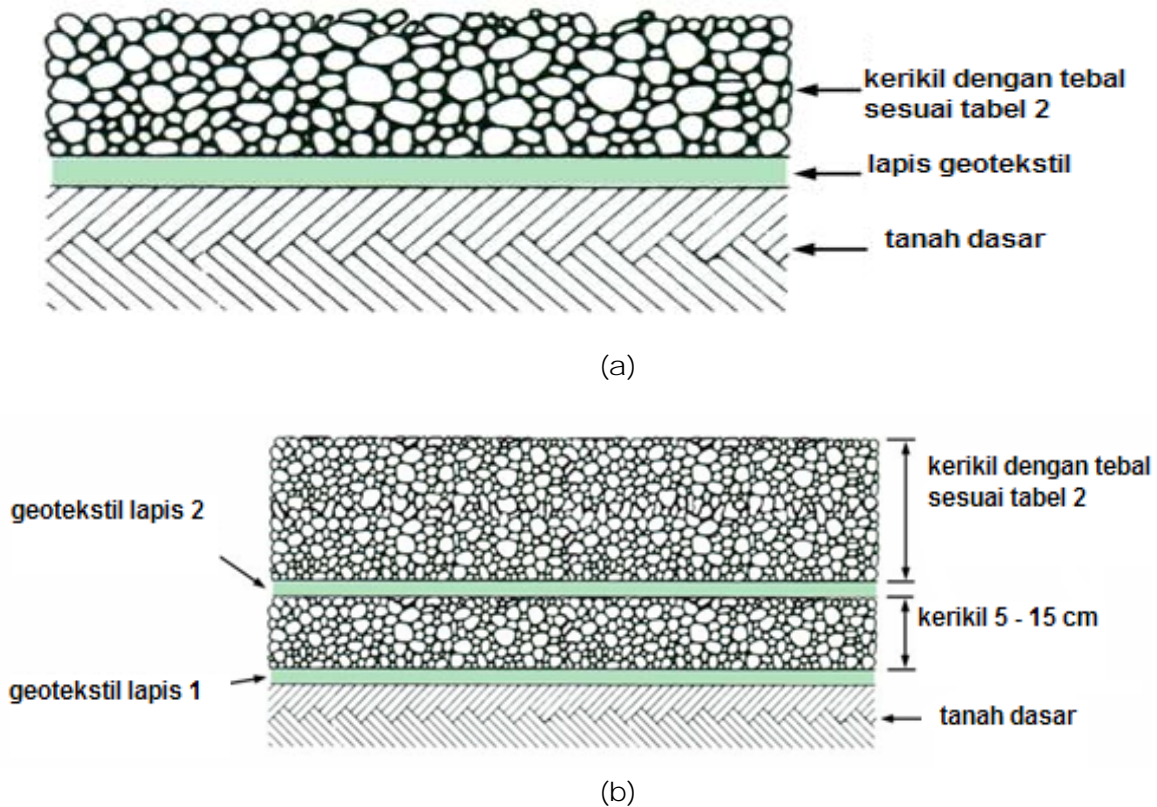
Geotekstil dipasang di antara tanah lunak dan lapis perkerasan atau *pavement*. Geotekstil ini berfungsi sebagai: 1) separator yang mencegah butiran batuan base course "tenggelam", 2) perata beban roda kendaraan sehingga luas bidang kontak dengan tanah lunak menjadi luas, dan 3) memperkuat kuat geser tanah sehingga mampu menahan beban yang lebih besar. Prinsip mekanisme kerja pemasangan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Redistribusi tekanan roda pada perkuatan geotekstil

Geotekstil dapat dipasang tunggal atau ganda (Gambar 5). Ketebalan lapisan kerikil di atas geotekstil tergantung pada kondisi tanah dasar dan juga beban lalu-lintas.

Ketebalan lapisan kerikil di atas geotekstil sebagai fungsi kondisi tanah dan beban lalu-lintas dapat dilihat pada Tabel 2.

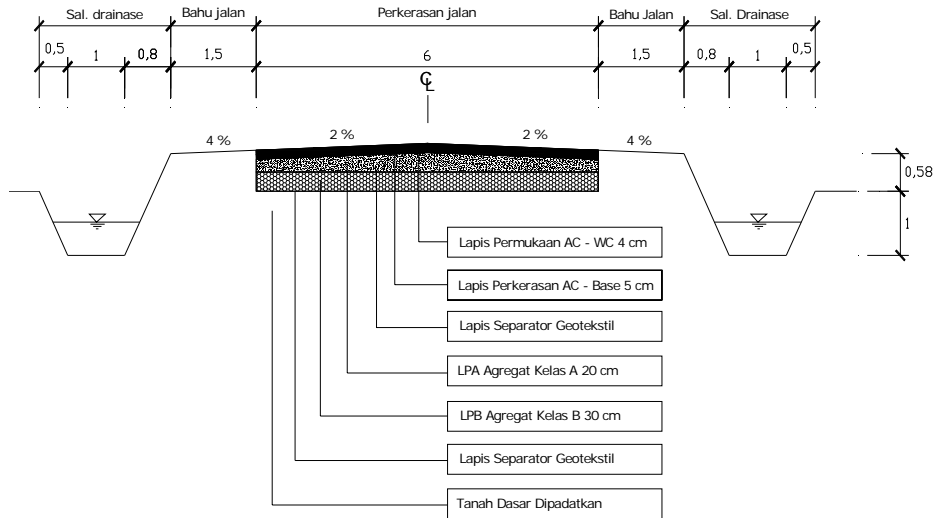


Gambar 6. Perkuatan geotekstil (a) tunggal dan (b) ganda.
Tabel 2. Ketebalan lapisan kerikil di atas geotekstil (mm)

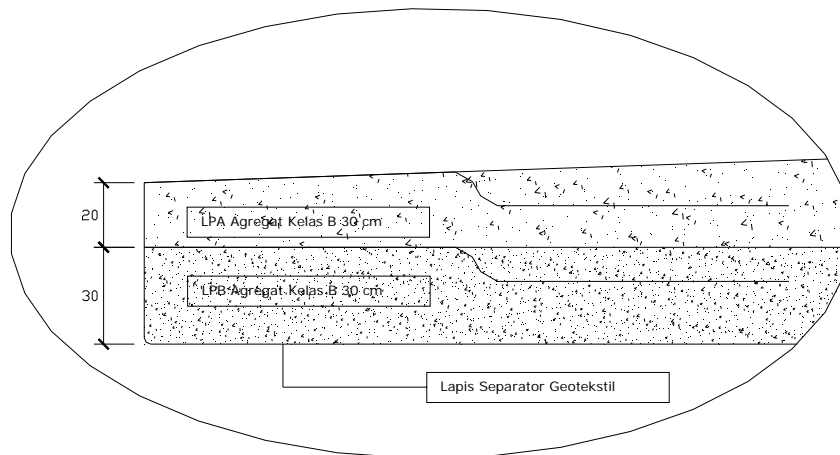
Kondisi Lalu-lintas	Kondisi Tanah		
	kaku	lunak	sangat lunak
ringan	100	150	200
sedang	150	200	250
berat	150	200	375

Berdasarkan data tanah dan dengan mempertimbangkan Tabel 2 maka rencana perkuatan tanah menggunakan geotekstil

pada 16 (enam belas) titik bermasalah ruas jalan Smewah-Sukaraja adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Potongan melintang perkuatan geotekstil pada 16 titik bermasalah



Gambar 8. Detail Pemasangan Geotekstil.

Tahap-tahap pelaksanaan pemasangan geotekstil secara umum adalah sebagai berikut:

- Penghamparan geotekstil di atas tanah lunak
 - Pelaksanaan pembuatan lapis keras/pavement
- Pelaksanaan pekerjaan yang sederhana, ketersediaan bahan menjadikan metode ini sering digunakan pada saat ini. Kelemahan dari metode ini adalah kuat tarik geotekstil akan berkurang seiring waktu layanan namun demikian hal ini tidak terlalu menjadi masalah karena kuat dukung tanah *sub*

grade akan meningkat seiring waktu sebagai akibat pemampatan tanah.

C.2. Analisis Anggaran Biaya

Analisis anggaran biaya dilakukan **metode quarry** di mana harga satuan bahan dihitung berdasarkan harga bahan pada tempat pengambilan bahan (quary) ditambah harga transportasi dari quary ke lokasi pekerjaan. Analisis anggaran biaya metode quarry ini menghasilkan harga satuan barang yang sesungguhnya. Hasil analisis anggaran biaya dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

C.3. Perbandingan Alternatif Solusi

Perbandingan dari metode stabilisasi tanah semen-tanah dan perkuatan geotekstil sebagai solusi perbaikan tanah *sub grade* ruas jalan Smewah-Sukaraja di

lokasi pemboran minyak Sukaraja disusun pada Tabel 3 berikut ini. Perbedaan anggaran biaya metode perbaikan tanah semen-tanah dan perkuatan geotekstil adalah 1,2 %.

Tabel 2. Tabel matrik perbandingan alternatif metode perbaikan tanah.

Item Pertimbangan	Metode Perbaikan Tanah	
	Metode Semen-tanah	Metode Perkuatan Geotekstil
1. Ketersediaan Bahan	Tersedia	Tersedia
2. Pelaksanaan Pekerjaan	Sedang	Mudah
3. Anggaran Biaya	Rp. 5.279.500.000;	Rp. 5.223.000.000;
4. Waktu Pelaksanaan	120 hari	90 hari

C. KESIMPULAN DAN SARAN

D.1. KESIMPULAN

1. Berdasarkan nilai batas cair, indeks plastisitas dan CBR maka tanah dasar ruas jalan Smewah-Sukaraja tidak memenuhi persyaratan sebagai *sub grade* jalan.
2. Hasil analisis anggaran biaya menunjukkan bahwa perbedaan anggaran biaya metode perbaikan tanah semen-tanah dan perkuatan geotekstil adalah 1,2 %.
3. Perkiraan waktu pelaksanaan perbaikan tanah metode semen tanah dan perkuatan geotekstil adalah 120 hari dan 90 hari.

D.2. SARAN

1. Metode perkuatan geotekstil lebih disarankan untuk dilakukan dengan mempertimbangkan waktu pelaksanaan yang lebih cepat dan pelaksanaan pekerjaan yang lebih mudah.

Geoteknik), Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

Saravut Jaritngam, **Design Concept Of The Soil Improvement For Road Construcion On Soft Clay**, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October, 2003

Didiek Djarwadi, **Geotextile Reinforcement For Road Construction On Soft Soil**, *International Civil Engineering Conference "Towards Sustainable Civil Engineering Practice" Surabaya, August 25-26, 2006*

Kenneth B. Andromalos, Yasser A. Hegazy and Brian H. Jasperse, **Stabilization Of Soft Soils By Soil Mixing**
bjasperse@geocon.net

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, **Using Geotekstil In Building Roads, Alleyways, Stream Accesses**, Ministry of Agriculture and Lands, British Columbia, 2006

Anonim, **Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual, Bagian 1: Tanah (Panduan**

Lampiran 1.a. Anggaran Biaya Perbaikan Jalan dengan Campuran Semen-tanah

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga-Harga (Rp)
A	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI 1. UMUM				
1.1	Mobilisasi	LS	1.0	15,900,000	15,900,000
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1				15,900,000
	DIVISI 2. DRAINASE				
2.1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	4,500.0	25,695.19	115,628,355
2.2	Penyiapan Badan Jln. / Pembuatan Bahu Jalan	M ³	2,250.00	2,927.51	6,586,898
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2				122,215,253
	DIVISI 3. LAPIS PERKERASAN PONDASI				
3.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	3,600.0	356,636.67	1,283,892,012
3.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M ³	612.0	345,806.07	211,633,315
3.3	Semen untuk Pondasi Semen Tanah	Ton	81.6	1,688,855.40	137,810,600
4.3	Lapis Pondasi Semen Tanah	m3	1,020.0	92,718.55	94,572,917
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3				1,727,908,844
	DIVISI 4. PERKERASAN ASPAL				
4.1	Lapis Resap Pengikat	Liter	31,500.0	7,442.86	234,450,090
4.2	Lapis Perekat	Liter	12,600.0	9,170.73	115,551,198
4.3	Lapis Aus Aspal Beton (AC-WC) t = 4 cm	M ²	18,000.0	65,751.86	1,183,533,480
4.4	Lapis Pengikat Aspal Beton (AC-Base) t = 5 cm	M ³	900.0	1,555,591.68	1,400,032,512
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4				2,933,567,280
(A)	JUMLAH HARGA PEKERJAAN				4,799,591,377
(B)	PPN 10 %				479,959,138
(C)	JUMLAH				5,279,550,515
(D)	DIBULATKAN				5,279,500,000

Lampiran 1.b. Anggaran Biaya Perbaikan Jalan dengan Campuran Perkuatan Geotekstil

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga-Harga (Rp)
A	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI 1. UMUM				
1.1	Mobilisasi	LS	1.0	18,500,000	18,500,000
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1				18,500,000
	DIVISI 2. DRAINASE				
2.1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	4,500.0	25,695.19	115,628,355
2.2	Penyiapan Badan Jln. / Pembuatan Bahu Jalan	M ³	2,250.00	2,927.51	6,586,898
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2				122,215,253
	DIVISI 4. LAPIS PERKERASAN PONDASI				
3.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	3,600.0	356,636.67	1,283,892,012
3.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M ³	612.0	345,806.07	211,633,315
3.3	Lapis Geotekstil	M ²	7,480.0	23,851.67	178,410,467
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3				1,673,935,794
	DIVISI 4. PERKERASAN ASPAL				
4.1	Lapis Resap Pengikat	Liter	31,500.0	7,442.86	234,450,090
4.2	Lapis Perekat	Liter	12,600.0	9,170.73	115,551,198
4.3	Lapis Aus Aspal Beton (AC-WC) t = 4 cm	M ²	18,000.0	65,751.86	1,183,533,480
4.4	Lapis Pengikat Aspal Beton (AC-Base) t = 5 cm	M ³	900.0	1,555,591.68	1,400,032,512
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4				2,933,567,280
(A)	JUMLAH HARGA PEKERJAAN				4,748,218,326
(B)	PPN 10 %				474,821,833
(C)	JUMLAH				5,223,040,159
(D)	DIBULATKAN				5,223,000,000